

⑤1

Int. Cl.:

B 23 c, 3/34

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.: 49 b, 3/34

BEST AVAILABLE COPY

⑩

⑪

Offenlegungsschrift 2 300 736

⑫

Aktenzeichen: P 23 00 736.5

⑬

Anmeldetag: 8. Januar 1973

⑭

Offenlegungstag: 12. Juli 1973

Ausstellungspriorität: —

⑮

Unionspriorität

⑯

Datum: 7. Januar 1972

⑰

Land: V. St. v. Amerika

⑱

Aktenzeichen: 216212

⑤4

Bezeichnung: Fräser

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder: General Motors Corp., Detroit, Mich. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Müller-Bore, W., Dr.; Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr. rer. nat.;
Deufel, P., Dipl.-Chem. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.;
Finsterwald, M., Dipl.-Ing.; Grämkow, W., Dipl.-Ing.; Patentanwälte,
3300 Braunschweig und 8000 München und 7000 Stuttgart

⑦2

Als Erfinder benannt: Ferchland, Harold William, Troy, Mich. (V. St. A.)

DT 2300 736

DR. MÖLLER-BORÉ DIPL.-PHYS. DR. MANITZ DIPL.-CHEM. DR. DEUFEL
DIPL.-ING. FINSTERWALD DIPL.-ING. GRÄMKOW
PATENTANWÄLTE

2300736

München, den 8. Januar 1973
H1/Sv - G 2292

GENERAL MOTORS CORPORATION
Detroit, Michigan, USA

Fräser

Die Erfindung betrifft einen Fräser zum Fräsen gebogener Nuten.

Beim maschinellen Arbeiten von Nuten ist das Verhältnis der Nuttiefe zur Nutbreite als wesentlicher Faktor zu berücksichtigen. Beispielsweise hängt es von dem Verhältnis der Tiefe zur Breite ab, ob ein zylindrischer Endfräser und/oder eine kreisförmige flache Frässsäge oder ein solcher Fräser den erforderlichen Fräsarbeitsgang ausführen kann; zylindrische Endfräser bzw. Stirnfräser sind mit zunehmendem Verhältnis von Tiefe zu Breite weniger geeignet. Weiterhin ist, wenn die Nut entlang ihrer Länge gebogen ist, die Fräserwahl noch mehr begrenzt, da ein kreisförmiger flacher Fräser die Nutbreite beim Eintritt in das zu fräsende Material und dem Herausgehen aus diesem ~~di Nutbreite~~ überschneidet. Ein solches verstärktes Problem besteht beispielsweise bei dem Fräsen von Seitendichtungs-Nuten in dem Rotor eines Rotationsmotors, der als Wankelmotor bekannt ist, bei dem die

309828/0466

Dr. Möller-Boré
33 Braunschweig, Am Bürgerpark 8
Telefon (0531) 73687

Dr. Manitz - Dr. Deufel - Dipl.-Ing. Finsterwald
8 München 22, Robert-Koch-Straße 1
Telefon (0811) 293845, Telex 5-22050 mbpat

Dipl.-Ing. Grämkow
7 Stuttgart-Bad Cannstatt, Marktstraße 3
Telefon (0711) 567261

Bank: Zentralkasse Bayer. Volksbanken, München, Kto.-Nr. 0022 Postscheck: München 95405

ORIGINAL INSPECTED

2300736

Seitendichtungs-Nuten ein hohes Verhältnis von Tiefe zu Breite und einen konstanten Krümmungsradius aufweisen und das Erfordernis für eine sehr glatte Seitenwand-Struktur besteht. Es wurde gefunden, daß zylindrische Stirnfräser (cylindrical end milling cutters) nicht fest bzw. starr genug sind für das hohe Verhältnis von Tiefe zu Breite der Dichtungsnut und daß bekannte flache kreisförmige Fräser nicht die Spezifikationen erfüllen können, da sie die Nut überschneiden.

Aus der US-PS 3 496 618 ist ein Fräser mit einer Drehachse und radial vorspringenden, in Umfangsrichtung mit Abstand angeordneten Zähnen bekannt, bei dem jeder Zahn eine Umfangs-Fräskante aufweist. Bei dieser Konstruktion ist der Fräser eine getriebene Platte bzw. gewölbte Platte (dished plate) und die Umfangs-Fräskanten erstrecken sich axial zum Hauptkörper der Platte. Die Zähne weisen jeweils eine Fräseite auf, die sehnemäßig (chordally) zu der Platte liegt. Dieser Fräser ist lediglich in der Lage, relativ dünne spaltlederähnliche Scheiben zu schneiden und seine Benutzung ist beschränkt auf weiche Materialien wie Kautschuk bzw. Gummi.

Ein erfindungsgemäßer Fräser kennzeichnet sich dadurch, daß jeder Zahn eine Umfangs-Fräskante mit axial mit Abstand angeordneten Enden aufweist und daß die Fräskante auf einer konischen Oberfläche liegt, deren Scheitel von der Achse durchkreuzt wird.

Ein erfindungsgemäßer Fräser weist den Vorteil auf, daß er genügend starr und fest bzw. widerstandsfähig hergestellt werden kann, um Nuten zu fräsen, die entlang ihrer Länge gebogen sind und ein hohes Verhältnis von Tiefe zur Breite aufweisen und solche Nuten mit Geschwindigkeiten zu fräsen, die mit Massenproduktionserfordernissen verträglich sind, wobei eine zufriedenstellende Glätte der Nutwände ohne ein Überschneiden der Nuten erreicht werden kann.

309828/0466

Die Enden der Umfangs-Fräskanten sind von dem Scheitelpunkt mit Abständen gleich den Radien der gegenüberliegenden Nut-Seitenwände angeordnet. Die Fräserzähne weisen weiterhin Seiten-Fräskanten auf entgegengesetzten axialen Seiten auf, die parallel und um eine Strecke gleich der Nutbreite mit Abstand angeordnet sind. Diese Seiten-Fräskanten weisen jeweils eine Krümmung mit einem Radius von einem gemeinsamen Punkt auf der Fräserachse auf, der die Fräs-Kantenenden kreuzt, oder sie sind geradlinig und rechtwinklig zu den Umfangs-Fräskanten. Beim Fräsen einer Nut wird die Fräserachse so angeordnet, daß sie eine Achse kreuzt, die sich durch den Krümmungsmittelpunkt der Nut erstreckt und ist parallel zu den Nut-Seitenwänden. Zusätzlich wird die Fräserachse um einen Winkel gekippt, bei dem die Umfangs-Fräskanten parallel zur Werkstückoberfläche und die Seiten-Fräskanten rechtwinklig zu dieser liegen. Der Fräser wird dann in das Werkstück bis zu der erforderlichen Nuttiefe geführt, während die durch Kreuzung von Fräserachse und Nutachse und ebenfalls die eingestellten Winkelverhältnisse aufrechterhalten werden. Dann wird die Fräserachse fixiert und das Werkstück wird um die Nutachse gedreht, um ein Fräsen der Nut ihrer Länge nach zu bewirken.

Der erfindungsgemäße Fräser kann eine gekrümmte Nut fräsen und gleichzeitig gegenüberliegende Seiten der Nut schneiden, ohne die Kopfseite der Nut auf einer Seite zu überschneiden, wenn der Fräser eintritt, und ohne die entgegengesetzte Seite der Nut zu überschneiden, wenn der Fräser diese verläßt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beispielsweise beschrieben; in dieser zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Rotors eines Rotationskolben-Verbrennungsmotors, der Seitendichtungs-Nuten aufweist, die mittels eines erfindungsgemäßen Fräasers gefräst werden können,

2300736

Fig. 2 eine Ansicht im vergrößerten Maßstab eines erfindungsgemäßen Fräasers zum Fräsen von Seitendichtungs-Nuten in dem Rotor der Fig. 1,

Fig. 3 eine Radialschnittansicht in zusammengedrängter Form des Fräasers in Fig. 2, in der dessen Beziehung zu dem Rotorwerkstück während des Fräsens einer Seitendichtungs-nut und ebenfalls das Verhältnis der Umfangskante eines Zahns des Fräasers zur Drehachse des Fräasers dargestellt ist,

Fig. 4 eine Ansicht eines der Fräserzähne entlang der Linie 4-4 in Fig. 3,

Fig. 5 eine Ansicht des einen Fräserzahns entlang Linie 5-5 in Fig. 4,

Fig. 6 einen Aufriß einer Maschinen-Werkzeug-Anordnung, die erfindungsgemäße Fräser verwendet zum gleichzeitigen Bearbeiten von Paaren von Seitendichtungs-Nuten auf entgegengesetzten Seiten eines Rotors, und

Fig. 7 eine Draufsicht der Anordnung in Fig. 6.

Nach Fig. m1 dient ein erfindungsgemäßes Fräswerkzeug, im folgenden Fräser genannt, dazu, die Seiten- Dichtungs-Nuten 10 zu fräsen, die auf jeder flachen Seite bzw. Fläche bzw. Seitenfläche 12 eines im allgemeinen dreiwinklig gestalteten Rotors 14 eines Verbrennungsmotors vom Wankel-Typ vorgesehen sind. Die Nuten 10 dienen dazu, nicht gezeigte Seitendichtungen bzw. Flächendichtungen aufzunehmen, die gegen die inneren Stirnwände des Motorgehäuses abdichten. An jedem Rotorscheitel kreuzen bzw. schneiden benachbarte Seitendichtungs-Nuten 10 ein zylindrisches Loch bzw. eine zylindrische Öffnung 16, die dazu dient, ein nicht gezeigtes zylindrisches Knopf- bzw.

309828/0456

Rundkopf-Dichtungsglied aufzunehmen, das eine der inneren Motor-Stirnwände berührt und eine Dichtungsverbindung zwischen benachbarten Seitendichtungen und einer nicht gezeigten Scheiteldichtung vorsieht, die in einem Schlitz 18 getragen wird, der sich quer über jeden Rotorscheitel erstreckt, wobei eine solche Dichtungsanordnung bekannt ist.

Jede Seitendichtungsnut 10 und die angrenzende bzw. benachbarte Fläche 20 des Rotors haben einen konstanten Krümmungsradius von einem bzw. in Bezug auf einen gemeinsamen, in Fig. 1 mit 22 bezeichneten Mittelpunkt. Wie dargestellt, weisen die Rotorfläche 20 einen Radius R_{20} und die radial einwärts gerichtete Wand 24 und die radial auswärts gerichtete Wand 26 der Nut 10 Radien R_{24} bzw. R_{26} auf, wobei die Differenz zwischen diesen Nut-Radien die Breite W der Dichtungsnut 10 ist. Nach Fig. 3 ist jede Nut 10 im Radialquerschnitt rechtwinklig geformt, wobei die gegenüberliegenden Nutseiten 24 und 26 senkrecht zur Rotorseite 12 und parallel zu einer Achse 27 liegen, die den gemeinsamen Mittelpunkt 22 kreuzt und parallel zu der Achse 28 des Rotors liegt. Der flache Boden 29 der Nut liegt senkrecht zu den Nutseiten 24 und 26 und parallel zur Rotorseite 12. Die Tiefe der Nut ist mit D bezeichnet.

Im allgemeinen stellt das maschinelle Arbeiten einer geradlinigen Nut mit einem Verhältnis von Tiefe zu Breite von größer als 2:1 ein Werkzeugproblem primär bezüglich des Versuchs, ein Schneidwerkzeug mit genügender Festigkeit bzw. Stärke zu schaffen, und das Problem tritt in dem Fall von gekrümmten Nuten in verstärktem Maße auf, da diese Grenzen bezüglich der Umfangslänge eines Drehwerkzeuges setzen und folglich das Leistungsverhalten des Werkzeuges bzw. den Werkzeugwirkungsgrad begrenzen. Ein weiteres Problem entsteht dann, wenn eine oder mehrere Nutoberflächen sehr glatt bzw. gleichmäßig sein sollen. Beispielsweise war es bei einer Spezifikation einer Seitendichtungsnut für einen Rotationsmotor er-

wünscht, die Nut mit einer Tiefe D von etwa 4,3 mm (0.170 inches) und einer Breite W von etwa 1 mm (0.040 inches) maschinell herzustellen, was ein Verhältnis von Tiefe zu Breite von etwa 4:1 bedeutet. Zusätzlich zu diesem sehr hohen Verhältnis von Tiefe zu Breite sollte die Nut einen Radius von etwa 23 cm (9,0 inches) aufweisen, wobei für die Seitenwand-Oberflächen-Textur bzw. -Struktur eine Ebenheit bzw. Glätte von größer bzw. besser als 0,75 Mikron (30 micro inches) erforderlich war. Es wurde festgestellt, daß bekannte Fräserichtungen bzw. Fräser, wie die vom zylindrischen Typ oder vom flachen kreisförmigen Typ bei einem maschinellen Arbeiten in einem Bogen nicht geeignet waren, entweder die Spezifikationen der Nut einzuhalten oder die kurze Maschinenarbeitszeit und den Werkzeugwirkungsgrad zu gewährleisten, die für eine praktische Massenproduktion bzw. Produktion mit großer Menge notwendig sind.

Ein erfindungsgemäßer Fräser ist in der Lage, diese Erfordernisse zu erfüllen. In den Fig. 2 bis 5 ist ein erfindungsgemäß konstruierter kreisförmiger Fräser bzw. Kreisfräser 30 dargestellt, der in der Lage ist, in dem Rotor 14 die Seitendichtungsnuten 10 mit den oben beschriebenen Spezifikationen maschinell zu arbeiten. Der Kreisfräser 30, der ebenfalls als eine Frässsäge oder Drehsäge bzw. Kreissäge bezeichnet werden kann, ist um eine Mittelachse 31 in der durch den Pfeil in Fig. 2 angegebenen Richtung drehbar und weist eine Vielzahl von gleichmäßig in Umfangsrichtung mit Abstand angeordneten Zähnen 32 auf. Jeder der Fräszähne 32 weist eine Spitze mit einer voreilenden Schneid- bzw. Fräskante 36 und einem nacheilenden hinterdrehten bzw. ausgesparten (relieved) Teil 37 auf. Alle Umfangs-Fräskanten 36 der Zähne sind so geformt, daß sie auf einer konischen Oberfläche liegen, deren Gipfelpunkt bzw. Scheitelhöhe 38 von der Fräserachse 32 durchkreuzt wird, wie es in Fig. 3 dargestellt ist. In Fig. 3 ist die übliche Zeichnungsweise mit zickzackförmigen Linien angewendet worden, die verschiedene Radien und Achsen bezeichnen,

die später beschrieben werden, wobei die Zickzackförmigkeit angibt, daß diese Linien gekürzt worden sind, so daß die Zeichnung in die Grenzen des Blattes paßt. Die Enden 39 und 40 jeder Umfangs-Fräskante 36 sind von der Nutachse mit Abständen gleich den Radien R_{24} und R_{26} der gegenüberliegenden Seitenwände 24 bzw. 26 der Nut angeordnet und somit weisen die Umfangs-Fräskanten 36 eine Länge gleich der Breite W der maschinell zu arbeitenden Nut 10 auf. Jeder der Fräszähne 32 weist ebenfalls auf entgegengesetzten axialen Seiten parallele Seiten-Fräskanten 42 und 44 auf, die sich von den Umfangs-Fräskanten-Enden 39 und 40 radial einwärts um eine Strecke erstrecken, die größer als die Nuttiefe D ist. Die Seiten-Fräskanten 42 und 44 weisen nacheilende hinterdrehte bzw. ausgesparte Flanken 46 bzw. 48 auf und können entweder gebogen oder geradlinig sein, wie es jetzt beschrieben wird.

Bei der Ausführungsform des Fräasers mit gebogenen Seiten-Fräskanten sind die Fräskanten 42 und 44 so geformt, daß sie auf sphärischen Oberflächen liegen, die einen gemeinsamen Mittelpunkt aufweisen, der von der Fräserachse 31 und den Radien R_{42} und R_{44} durchkreuzt wird, die die Fräskanten-Enden 39 und 40 durchkreuzen, und sind somit geringfügig größer bzw. breiter als die Nut-Seitenwand-Radien R_{24} bzw. R_{26} . Mit einer solchen Seiten-Fräskanten-Krümmung kann der Fräser als ein sphärisch geformter Fräser bezeichnet werden. Alternativ sind bei der Ausführungsform des Fräasers mit geradliniger Seiten-Fräskante die Seiten-Fräskanten 42 und 44 so geformt, daß sie auf konischen Oberflächen liegen, die axial mit Abstand angeordnete Scheitelhöhen auf der Fräserachse 31 aufweisen, wobei der Kegelwinkel so bestimmt ist, daß diese geradlinigen Seiten-Fräskanten rechtwinklig zu den Umfangs-Fräskanten 36 liegen. Mit dieser Seiten-Fräskanten-Form kann der Fräser als ein konisch geformter Fräser bezeichnet werden.

2300736

Um eine Nut zu arbeiten, wird die Fräsachse 31 so angeordnet, daß sie die Nutachse 27 kreuzt, und um einen Winkel θ , wie er in Fig. 3 dargestellt ist, in bezug auf eine Linie 49 gekippt, die die Fräserachse 31 schneidet, und liegt rechtwinklig sowohl zu der Seiten-Fräskante 42 als auch der Seiten-Fräskante 44 an Punkten, die um die Hälfte der Nuttiefe, d.h. $D/2$, von den Umfangs-Fräskanten 36 mit Abstand angeordnet sind. Bei dem Winkel θ sind die Umfangs-Fräskanten 36, wenn sie durch die maschinell zu bearbeitende Oberfläche hindurchgehen, parallel zu dieser, während die Seiten-Fräskanten 42 und 44 rechtwinklig zur Oberfläche während des Durchgangs verlaufen. Der Fräser 30, wird, während er in Drehung angetrieben wird, dann in das Rotorwerkstück in einer Richtung rechtwinklig zu der Oberfläche bis zu der erforderlichen Tiefe geführt. Dann wird das Werkstück um die Nutachse 27 gedreht, während der Winkel θ aufrechterhalten wird, woraufhin durch die Dreh-Fräswirkung der Fräskanten 36 die Nut in der Länge gefräst wird. Da die Fräskanten 36 auf einer konischen Oberfläche liegen, ziehen diese Kanten in inhärenter Weise die Nutkrümmung wie ein Fräser, dessen Fräskanten auf einer zylindrischen Oberfläche liegen, und in inhärenter Weise einen geradlinigen Weg anstatt der Nutkrümmung ziehen würden. Somit führt der Fräser 30 mit seiner inhärenten gebogenen Spurführung ein freies Fräsen der gebogenen Nut aus. Wenn die Nut mit einem konisch geformten Fräser gemäß der Erfindung gefräst wird, liegen sowohl die Nutseite 24 als auch die Nutseite 26 rechtwinklig zu der Rotorseite und dem Nutboden; wenn jedoch ein sphärisch geformter Fräser gemäß der Erfindung die Nut fräst, wird die radial nach außen gerichtete Nutwand 26 in gleicher Weise wie mit dem konisch geformten Fräser rechtwinklig geschnitten, jedoch die radial einwärts gerichtete Nutwand 24 wird geringfügig in der unteren Hälfte unterschritten aufgrund der konvexen Krümmung auf dieser Fräserseite, was das Fräsen einer rechtwinkligen Wand stört bzw. verhindert. Die andere Seite des sphärisch geformten Fräasers ist in Bezug auf die Nutwand 26 konvex und behindert somit nicht das volle geradlinige

309828/0456

2300736

Fräsen dieser Seite. Die Gasdrücke in diesem Rotationsmotor wirken immer so, daß sie die Seitendichtung gegen die radial nach außen gerichtete Seitenwand 26 drücken, und folglich kann das leichte Unterschneiden an der entgegengesetzten Seitenwand, das bei der Anwendung des sphärisch geformten Fräasers resultiert, für eine solche Anwendung akzeptabel sein. Die Zahl der Fräserzähne hängt ab von dem Typ des zu bearbeitenden Materials und von dessen Zustand zur Zeit der Bearbeitung. Überdies kann der Fräser aus einem Schnelldrehstahl bestehen oder die tatsächlich fräsenden Zahnabschnitte können aus Carbid hergestellt sein, was immer am besten zum Bearbeiten des besonderen Materials geeignet ist.

Ein weiterer, durch den erfindungsgemäßen Fräser erreichter Vorteil wurde bei dem Arbeiten dieser Seitendichtungsuten gefunden, bei dem es erwünscht ist, daß die Dichtungsnut die Rundkopf-Dichtungs-Öffnung nicht an der anderen Seite kreuzt, da ein solches Überschneiden das Abdichten an diesen Stellen in nachteiliger Weise beeinträchtigt. Der Durchmesser eines erfindungsgemäßen Fräasers kann klein genug gemacht werden, so daß er nicht die Rundkopf- bzw. Knopf-Dichtungs-Öffnungen an den Beginn und Ende eines Fräsdurchgangs überbrückt. Beispielsweise weisen bei den oben erwähnten Seitendichtungs-Spezifikationen, bei denen die Nut eine Tiefe von etwa 4,3 mm und eine Breite von etwa 1 mm aufweist, die folgenden Knopf-Dichtungs-Löcher für die Struktur einen Durchmesser von etwa 1,1 cm (0.44 inches) auf. Ein erfindungsgemäßer Fräser mit einem Radius von etwa 0,99 cm (0,390 inches) führt in zufriedenstellender Weise den Nutfräsarbeitsgang entlang deren gesamter Länge von einer Knopf-Dichtungs-Öffnung zur anderen aus, kreuzt jedoch nicht die Knopf-Dichtungs-Öffnungen mit größerem Abmaß an den Nutenden und schneidet somit nicht in die Wand der Knopf-Dichtungs-Öffnungen, die der Durchkreuzung der Nut und der Dichtungsöffnung gegenüberliegt.

In den Fig. 6 und 7 ist eine Fräsmaschinenanordnung 50 darge-

309828/0456

stellt, die erfindungsgemäße Fräser benutzt. Die Maschine ist im allgemeinen vom Karussell-Typ mit einer Plattform 51, die einen Drehtisch 52 um eine Spindel 53 drehbar trägt. Auf dem Drehtisch 52 seinerseits ist eine Halterung bzw. Befestigungseinrichtung 54 für eine Schwenkbewegung um eine Spindel 55 gelagert. Ein Rotorwerkstück 14, dessen Seitendichtungsnuten zu fräsen sind, wird auf die Befestigungseinrichtung 54 gelegt und relativ zu dieser lokalisiert durch einen Stopfen 56 in dem Mittelloch des Rotors und einen Stift 58 in der Knopf-Dichtungs-Öffnung entgegengesetzt zu den zu arbeitenden Nuten, wobei sowohl der Stopfen 56 als auch der Stift 58 in Löcher in der Befestigungseinrichtung 54 im Paßsitz passen. Wenn der Rotor 14 auf diese Weise richtig positioniert ist, wird er dann an seinem Platz durch geeignete Mittel sicher befestigt. In diesem Fall ist nicht eine, sondern sind zwei parallele Seitendichtungs-nuten in jeder Seite des Rotors 14 zu schneiden. Für einen solchen Fräsarbeitsgang sind drei Fräsmaschinen-Stationen vorgesehen, von denen jede ein Paar von Fräsern 30 gemäß der Erfindung aufweist, die auf Wellen 60 von motorisierten Spindeln 62 angebracht sind, welche so angeordnet sind, daß sie auf jeder Seite des Rotors auf Führungen bzw. Schlitten 64 lokalisiert sind. Die Schlitten 64 sind auf einem Schlitten-träger 66 gelagert, um die Fräser zu dem Werkstück und von diesem wegzubewegen. Zusätzlich sind die Achsen der Spindeln 62 schwenkbar, um die Fräser in dem richtigen Winkel in bezug auf das Werkstück zu positionieren. Diese Neigung wird relativ zu der Seite des zu bearbeitenden Rotors gemessen, wobei der Ursprungs-Winkelpunkt mit der Achse der Nuten koinzidiert, die so lokalisiert ist, daß sie mit der Achse der Spindel 55 koinzidiert, um welche die Halterungseinrichtung 54 schwenken kann; bei diesen Winkelverhältnissen werden die arbeitenden Umfangs-Fräskanten der Fräser parallel zur Rotorseite und die arbeitenden Seiten-Fräskanten rechtwinklig zu dieser positioniert.

2300736

Im folgenden wird eine typische Arbeitsfolge beschrieben; es wird ein Rotor 14 auf die drehbare Befestigungseinrichtung 54 geladen, wenn sich der Tisch 52 in einer Ladestellung befindet, wie es in Fig.7 dargestellt ist. Der Tisch 52 wird dann durch eine geeignete Einrichtung gedreht oder schrittweise weitergeschaltet zu einer ersten Arbeitsstellung, an der eine der Fräseranordnungen 50 gelegen ist. An dieser Stelle wird eine der Knopf-Dichtungs-Öffnungen 16 in jeder Rotorseite mit den Fräsern 30 gefluchtet. Beide Fräsergruppen werden, während sie in Drehung angetrieben werden, dann durch eine geeignete Einrichtung mit einer hohen Geschwindigkeit zu einem bestimmten Abstand von der Rotoroberfläche vorgerückt und von diesem Punkt an werden die Fräser mit einer reduzierten Geschwindigkeit in den Rotor bis zur erforderlichen Nuttiefe geführt. Wenn die Fräser die volle Tiefe erreicht haben, wird die Befestigungseinrichtung 54 um die Spindel 55 durch eine geeignete Einrichtung geschwenkt, wobei das Schwenken der Befestigungseinrichtung 54 und somit das Längsschneiden fortgesetzt wird, bis die Knopf-Dichtungs-Öffnung an dem sich annähernden Scheitel erreicht ist. Wenn diese andere Knopf-Dichtungs-Öffnung erreicht wird, werden die Fräser aus der Nut zurückgezogen und wird der Tisch 52 weitergeschaltet, um den Rotor, dessen eine Gruppe von Nuten gerade hergestellt worden ist, in einer zweiten Arbeitsstellung 50 zu positionieren, wo diese andere Maschinenfräseranordnung vorgesehen ist. Wenn der Tisch 52 zu der zweiten Arbeitsstelle weitergeschaltet wird, wird die Befestigungseinrichtung 54 in ihre Anfangsposition zurückgeführt und der Rotor 14 um seine Achse relativ zu der Befestigungseinrichtung 54 durch eine geeignete Einrichtung weitergeschaltet, um den Rotor für das Arbeiten der anderen Gruppe von Nuten an der zweiten Arbeitsstelle in der gleichen Weise zu positionieren, wie es an der ersten Arbeitsstelle ausgeführt worden ist. Der Tisch 52 wird dann zu einer dritten Arbeitsstelle 50 geschaltet, während die Befestigungseinrichtung 54 und der Rotor 14 dann weitergeschaltet werden

309828/0456

2300736

für das Fräsen der dritten Gruppe von Nuten durch die dritte Maschinenfräseranordnung. Zusätzlich sind drei Nuten-Inspektions-Einrichtungen 70 an einer ersten; zweiten bzw. dritten Nuten-Inspektions-Stelle in Umfangsrichtung um die Plattform 51 mit Abstand angeordnet. Diese Inspektionseinrichtungen können von irgendeinem geeigneten Typ sein, der die Nuten in bezug auf die Breite und Tiefe des Schnittes und die Oberflächen-Textur bzw. -Struktur zu untersuchen, wobei der Tisch 52 sich dreht und die Befestigungseinrichtung 54 den Rotor 14 weiterschaltet, wie bei den Fräsarbeitsgängen, um die Nuten richtig in bezug auf diese Inspektionseinrichtungen für die Inspektion zu lokalisieren. Nach der abschließenden Inspektionsstelle schaltet der Tisch 52 zu einer Abnahmeposition und beendet die Bearbeitungs- und Inspektionszyklen für alle Seitendichtungs-nuten in dem Rotor.

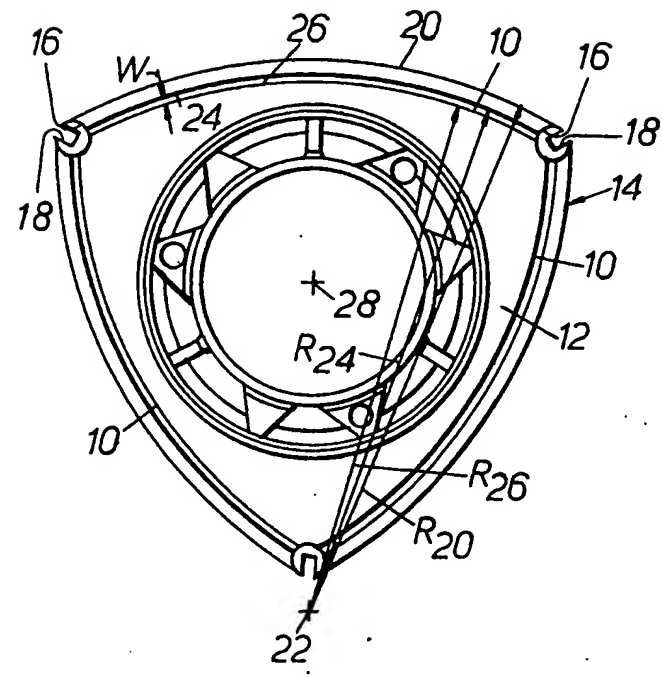
- Patentansprüche -

309828/0456

P a t e n t a n s p r ü c h e

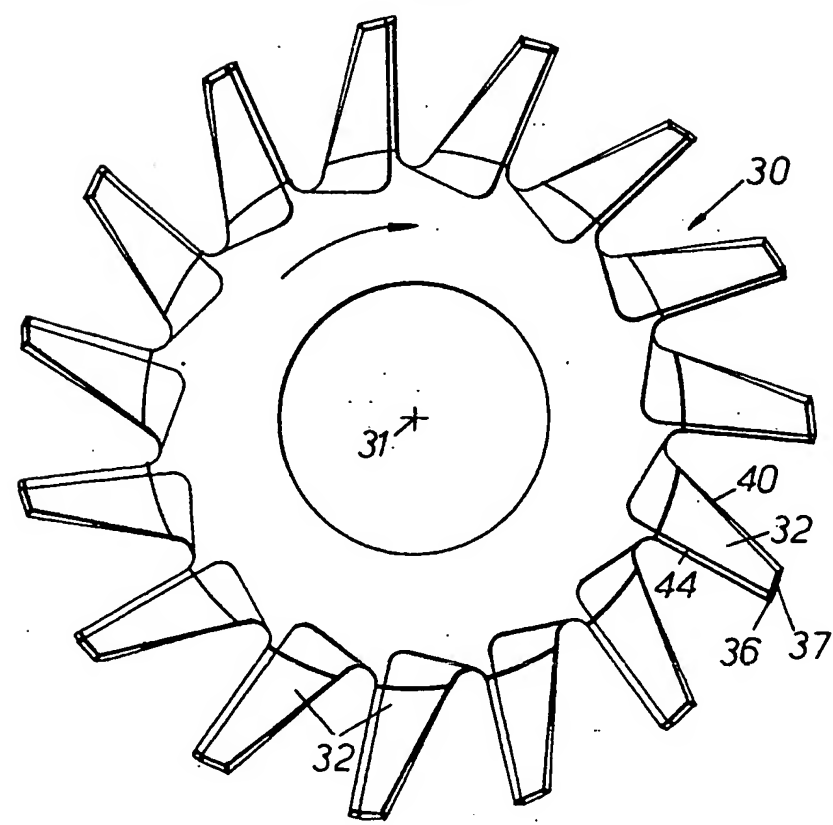
1. Fräser mit einer Drehachse und radial vorspringenden, in Umfangsrichtung mit Abstand angeordneten Zähnen, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zahn (32) eine Umfangs-Fräskante mit axial mit Abstand angeordneten Enden (39, 40) aufweist, die auf einer konischen Oberfläche liegen, deren Scheitelhöhe (38) von der Drehachse (31) durchkreuzt wird.
2. Fräser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zahn (32) parallele, sich radial erstreckende Seitenfräskanten (42, 44) aufweist, die die Enden (39, 40) der Umfangs-Fräskante (36) kreuzen.
3. Fräser nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Seiten-Fräserkanten (42, 44) geradlinig sind und rechtwinklig zu der Umfangs-Fräskante (36) liegen.
4. Fräser nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Seiten-Fräskanten (42, 44) konstante Krümmungsradien in bezug auf einen gemeinsamen Punkt, der von der Drehachse (31) durchkreuzt wird, aufweisen.

FIG.1



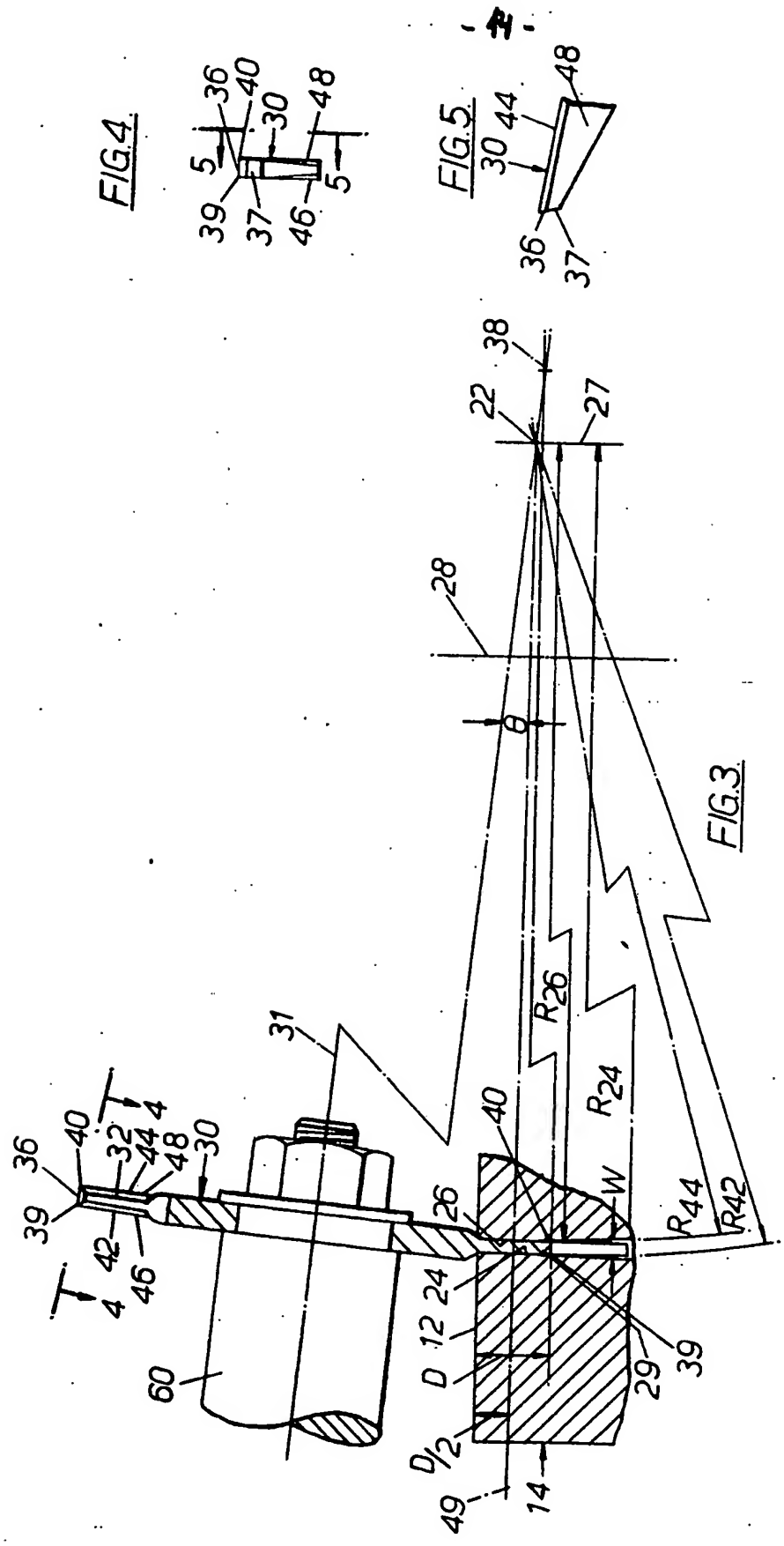
2300736

FIG.2



309828/0456

2300736



309828/0456

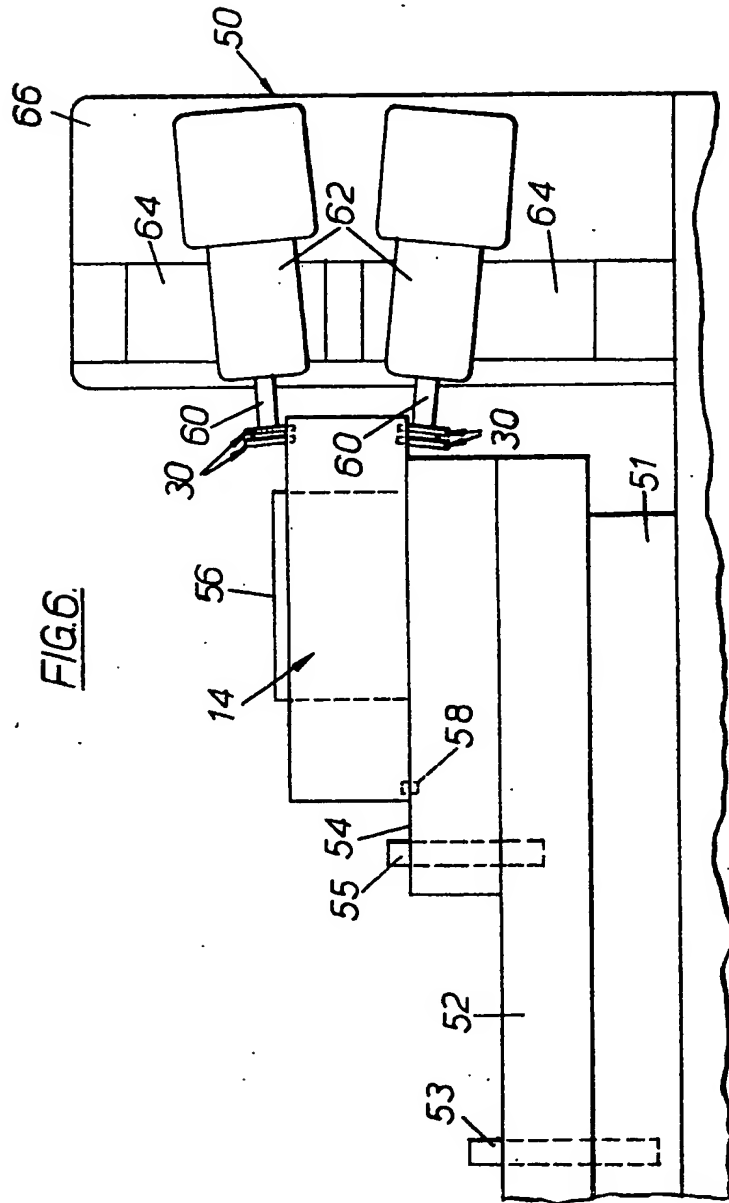
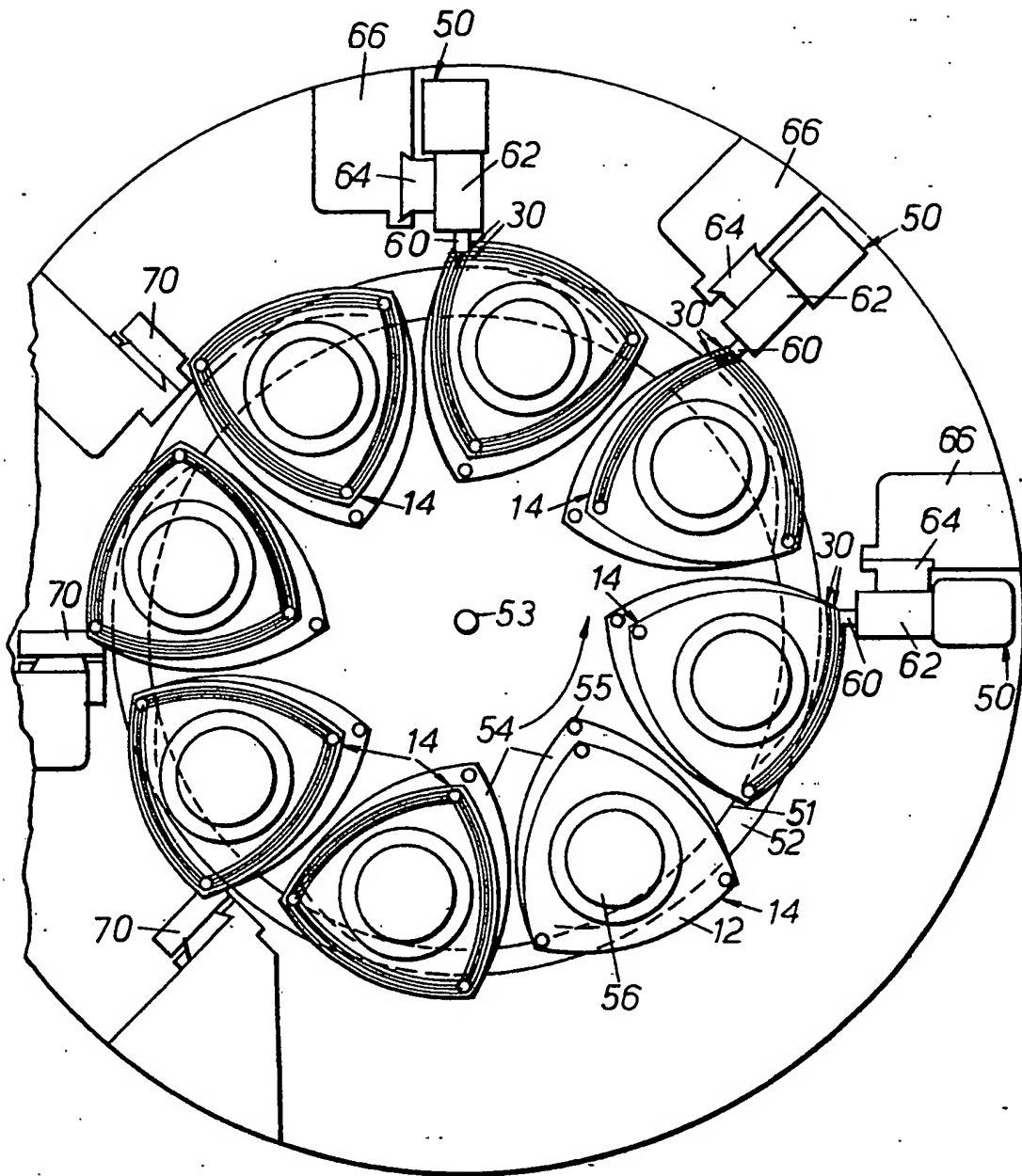


FIG.7

2300736



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.